

Technical Paper

Kajian Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Mortalitas Lalat Buah dan Mutu Buah Mangga Gedong (*Mangifera indica* L) Selama Penyimpanan

Study on the Effect of Gamma Rays Irradiation on Fruit Flies Mortality and Quality of Mango cv. Gedong During Storage

Cicili Sugianti¹, Rokhani Hasbullah², Y. Aris Purwanto³, Dondy A Setyabudi⁴

Abstract

Gedong mango (*Mangifera indica* L.) is a tropical fruit that has the potential for export. But, the fruit of the mango is hosted by fruit fly. Fruit fly pests of mango export has been restrained by the very strict quarantine regulation. Therefore, it need a treatment that can annihilate the fruit fly. Irradiation technique has been one of the quarantine treatment that being attention, in order to disinfested pest attack. This research aims to study the effect of irradiation on mortality of fruit fly species *Bactocera papayae* (oriental fruitfly) on gedong mango, and to study the effect of irradiation dose and storage temperature on the physiology of the nature and quality of mangoes gedong. The results showed the mortality test results for *B. papayae* towards the dose 0.75 kGy reached until 100%. The next level was to test the mango fruit fly which considered infested naturally from the field. The dose given were 0.25 kGy, 0.5 kGy, 0.75 kGy and control. The results showed that in the control treatment founded that fruit flies growth from the day 9th to day 24th days of storage. 0.25 kGy dose and 0.5 kGy dose given were still found larva growth until the day 24th days of storage. From the test results of mortality at the dose of 0.75 kGy was able to annihilate fruit fly mortality reaches until 100%, but when applied to the fruit which has considered infested in the field were still found larvae growth until the 21st days of storage. Irradiation dose of 0.75 kGy can suppress the respiration rate, and weight losses during storage. With the irradiation dose can affected the quality of gedong mango such as vitamin C, total acid, Total Soluble Solid (TSS), and moisture content of gedong mango.

Keywords: Gedong mango, Fruit flies, Irradiation, Quarantine treatment

Abstrak

Buah mangga gedong (*Mangifera indica* L.) merupakan salah satu produk hortikultura yang berpotensi untuk di ekspor. Tetapi buah mangga merupakan inang dari lalat buah. Serangan hama lalat buah menyebabkan ekspor buah mangga terhambat oleh aturan karantina yang sangat ketat. Oleh karena itu diperlukan suatu perlakuan yang dapat membunuh lalat buah tersebut. Teknik iradiasi sebagai salah satu perlakuan karantina mulai dilirik untuk tujuan disinfestasi serangga hama. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh iradiasi terhadap mortalitas lalat buah (*fruit fly*) spesies *Bactocera papayae* (*oriental fruitfly*) pada buah mangga gedong, dan mempelajari pengaruh dosis iradiasi dan suhu penyimpanan terhadap sifat fisiologi dan mutu buah mangga gedong. Hasil penelitian menunjukkan untuk hasil uji mortalitas *B. papayae* terhadap dosis 0.75 kGy mencapai 100%. Tahapan selanjutnya adalah menguji buah mangga yang dianggap sudah terinfestasi lalat buah secara alami dari lapang. Besarnya dosis yang diberikan adalah 0.25 kGy, 0.5 kGy, 0.75 kGy dan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol ditemui lalat buah yang berkembang pada hari ke-9 sampai hari ke-24 penyimpanan. Pemberian dosis 0.25 kGy dan 0.5 kGy masih ditemukan larva yang berkembang hingga hari ke-24 penyimpanan. Dari hasil uji mortalitas pada dosis 0.75 kGy mampu membunuh lalat buah mencapai mortalitas 100%, namun ketika diterapkan pada buah yang dianggap sudah terinfestasi secara lapang masih ditemukan larva yang berkembang pada hari ke-21 penyimpanan. Pemberian dosis iradiasi sebesar 0.75 kGy dapat menekan laju respirasi, dan susut bobot selama penyimpanan. Dengan pemberian dosis iradiasi dapat mempengaruhi mutu buah mangga gedong seperti halnya kadar vitamin C, total asam, TPT, dan kadar air buah mangga gedong.

Kata kunci : Mangga gedong, Lalat buah, Iradiasi, Perlakuan karantina.

Diterima: 09 Nopember 2011; Disetujui: 13 Maret 2012

¹ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor, Email: cicilisugianti@gmail.com

² Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor, Email: rohasb@yahoo.com

³ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor, Email: arispurwanto@ipb.ac.id

⁴ Balai Besar Pasca Panen, Kementerian Pertanian

Pendahuluan

Buah mangga gedong (*Mangifera indica* L.) merupakan salah satu buah tropis yang berpotensi untuk dikembangkan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan berpeluang untuk di ekspor. Rasa dan aroma yang khas menjadi daya tarik tersendiri dari mangga tersebut. Dewandari *et al.*, (2007) menyatakan bahwa ekspor mangga segar rata-rata per tahun dari tahun 2002-2006 sebesar 7,1% dari ekspor buah total. Volume ekspor mangga tahun 2006 mencapai 1.182 ton senilai 1,2 juta US\$, dengan negara tujuan ekspor terbesar Emirat Arab, Saudi Arabia dan Singapura.

Serangan hama lalat buah menyebabkan ekspor buah-buahan Indonesia terhambat oleh aturan karantina yang sangat ketat. Pemberlakuan kebijakan ekspor-impor non tarif terkait dengan *Sanitary and Phytosanitary* (SPS) menjadi kendala bagi masuknya mangga Indonesia ke dalam pasar dunia karena mangga Indonesia belum terbebas dari permasalahan lalat buah. Oleh karena itu, penanganan pascapanen mangga khususnya untuk mengatasi hama lalat buah harus dapat segera dipecahkan agar faktor penentu masuknya mangga Indonesia ke dalam perdagangan dunia tersebut dapat diatasi. Direktorat Tanaman Buah (2003) menyatakan bahwa kerugian yang ditimbulkan oleh serangan lalat buah mencapai 10-30% bahkan pada populasi tinggi kerusakan yang ditimbulkannya mencapai 100%.

Teknik iradiasi sebagai salah satu perlakuan karantina mulai dilirik untuk tujuan disinfestasi serangga hama. Bahkan di beberapa negara sudah mulai diterapkan. Keunggulan utama dari iradiasi adalah tidak ada perubahan dalam sensor karakteristik makanan; dapat dilakukan pada makanan kemasan dan makanan beku, segar melalui satu kali proses; membutuhkan sedikit energi; dan proses otomatis terkontrol dan memiliki biaya operasi rendah. Menurut Hermana (1991) dalam Rokhani (2011), dosis iradiasi adalah jumlah energi iradiasi yang diserap ke dalam bahan pangan dan merupakan faktor kritis pada iradiasi pangan. Seringkali untuk tiap jenis pangan diperlukan dosis khusus untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Kalau jumlah radiasi yang digunakan kurang dari dosis yang diperlukan, efek yang diinginkan tidak akan tercapai. Sebaliknya jika dosis berlebihan, pangan mungkin akan rusak sehingga tidak dapat diterima konsumen. Besarnya dosis radiasi yang dipakai dalam pengawetan makanan tergantung pada jenis bahan makanan dan tujuan iradiasi. Penerapan dosis dalam berbagai penerapan iradiasi pangan sudah ditentukan. Dosis 0,25 – 1 kGy dapat memperlambat proses fisiologi buah dan sayur segar dan dapat serangga dan parasit dengan dosis 0,15 – 0,50 kGy pada sereal, kacang-kacangan, buah segar dan kering, dan ikan. Hasil penelitian

mengenai efek kimia iradiasi pada berbagai macam bahan pangan hasil iradiasi (1–5 kGy) belum pernah ditemukan adanya senyawa yang toksik. Pengawetan makanan dengan menggunakan iradiasi sudah terjamin keamanannya jika tidak melebihi dosis yang sudah ditetapkan, sebagaimana yang telah direkomendasikan oleh FAO-WHO-IAEA pada bulan November 1980. Rekomendasi tersebut menyatakan bahwa semua bahan yang diiradiasi tidak melebihi dosis 10 kGy aman untuk dikonsumsi manusia.

Yahia (2006) mengemukakan bahwa iradiasi sinar gamma dengan dosis rendah (0,15-1,0 kGy) digunakan sebagai salah satu metode disinfestasi lalat buah untuk beberapa buah seperti mangga, pepaya, pisang, timun, tomat dan beberapa buah yang lainnya. Iradiasi sebagai *treatment* yang telah disetujui sebagai cara untuk mengontrol serangga karantina pada 10 buah-buahan dan lima sayuran untuk ekspor dari Hawaii ke beberapa kota di USA. Dosis 0,15kGy digunakan untuk disinfestasi lalat buah jenis tephritid. Sebaliknya dengan dosis 0,1 kGy, persetujuan untuk penggunaan perlakuan karantina untuk jenis lalat buah *Mediterranean fruit fly* dan *Oriental fruit fly* di Hawaii sekitar 0,21-0,25 kGy.

Perlakuan iradiasi pada buah mangga gedong memerlukan kajian tersendiri agar dengan perlakuan tersebut dapat mencapai mortalitas lalat buah 100% tanpa menyebabkan kerusakan pada buah dan mempertahankan kandungan mutu pada buah tersebut. Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh iradiasi terhadap mortalitas lalat buah (*fruit fly*) spesies *Bactrocera papayae* (*oriental fruitfly*) pada buah mangga gedong, dan mempelajari pengaruh dosis iradiasi dan suhu penyimpanan terhadap sifat fisiologi dan mutu buah mangga gedong.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah mangga kultivar mangga gedong yang diperoleh dari petani mangga di daerah Indramayu, dan Cirebon, Jawa Barat. Telur lalat buah *Oriental fruit fly* spesies *Bactrocera papayae* diperoleh dengan melakukan pembiakan dan peneluran (*rearing*) di laboratorium *Vapor Heat Treatment* BBPOPT.

Peralatan yang digunakan adalah berupa fasilitas untuk proses iradiasi (sinar gamma), gas analyzer Shimadzu, kromameter Minolta CR-200, penetrometer, refraktometer, pHmeter, timbangan, lemari pendingin, mikroskop, perlengkapan alat untuk inokulasi serta alat pendukung untuk analisis kimia dan uji organoleptik.

Tabel 1. Hasil pengamatan *B. papayae* yang hidup terhadap dosis 0,75 kGy]

Perlakuan	Ulangan	Kondisi larva			Mortalitas (%)
		Jumlah telur (butir)	Hidup	Mati	
Iradiasi 0.75kGy	1	100	0	100	100
	2	100	0	100	100
	3	100	0	100	100
	4	100	0	100	100
	Jumlah	400	0	400	100
	Rata - rata	100	0	100	100
Kontrol (Tanpa iradiasi)	1	100	68	12	12
	2	100	72	28	28
	3	100	80	20	20
	4	100	78	22	22
	Jumlah	400	298	102	25.5
	Rata - rata	100	74.50	25.5	25.5

Metode Penelitian

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Faktor pertama adalah dosis iradiasi dengan 2 taraf percobaan (0,75 kGy dan kontrol) dan faktor kedua adalah suhu penyimpanan (8°C, 13°C, dan 28°C). Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali ulangan, untuk melihat pengaruh perlakuan dilakukan analisis sidik ragam (anova) dengan program SAS R. 6.12. Jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

Mortalitas lalat buah *B. papayae*

Penelitian dilakukan untuk mengetahui efek iradiasi pada 0,75 kGy terhadap mortalitas lalat buah. Tahap penelitian meliputi peneluran (*rearing*) lalat buah *B. papayae*, inokulasi telur *B. papayae* pada buah mangga gedong, dan uji mortalitas *B. papayae* setelah diiradiasi. Serangga uji lalat buah spesies *B. papayae* yang digunakan adalah hasil *rearing* di laboratorium VHT BBPOPT Karawang. Peneluran dilakukan pada pukul 11.00-12.00 WIB. Setelah menunggu sekitar 1 jam, *egging device* (alat peneluran) diambil dari setiap kurungan. Telur yang sudah dibersihkan dengan menggunakan kain kassa, kemudian disimpan pada cawan petri. Sebanyak 1 cc telur diambil untuk bahan percobaan. Tahapan selanjutnya yaitu menghitung jumlah telur sebanyak 100 telur/gauze.

Uji mortalitas bertujuan melihat ketahanan lalat buah pada dosis iradiasi 0,75 kGy. Pengujian ini dilakukan dengan langkah awal inokulasi telur pada buah mangga, dengan ukuran tempat inokulasi telur 3,5x2,5 cm. Setiap satu gauze (100 telur) diinokulasikan pada satu buah mangga, inokulasi dilakukan dengan menyertakan gauze, kemudian kulit mangga bekas potongan tempat inokulasi ditutup dengan bahan yang tahan air dan panas (selotip tahan panas). Setelah proses pengujian,

mangga yang telah diiradiasi disimpan dalam inkubator dengan suhu 28°C. Kemudian dilakukan pengamatan perkembangan telur lalat buah dalam buah yang telah disimpan selama ± 7 hari setelah proses iradiasi.

Proses disinfestasi lalat buah yang optimum

Dari hasil uji mortalitas yang telah dilakukan, kemudian tahapan selanjutnya adalah menguji ketahanan lalat buah dengan beberapa dosis iradiasi. Buah mangga gedong dianggap sudah terinfestasi dari lapang oleh lalat buah. Buah mangga yang telah disortasi kemudian akan diberikan beberapa dosis iradiasi. Dosis yang diberikan adalah 0,25 kGy, 0,5 kGy, 0,75 kGy dan kontrol (tanpa iradiasi). Hal ini bertujuan untuk mengetahui dosis optimum yang mampu membunuh lalat buah pada buah mangga yang terinfeksi dari lapang selama penyimpanan. Perkembangan larva lalat buah diamati dengan melakukan proses *insecting* (pembelahan) pada setiap buah mangga. Pengamatan dilakukan tiga kali sehari pada setiap perlakuan sebanyak tiga kali ulangan selama 24 hari penyimpanan buah mangga.

Pengukuran parameter mutu buah mangga

Pada tahap ini dikaji pengaruh perlakuan iradiasi dosis 0,75 kGy terhadap perubahan fisiologi dan mutu buah mangga selama penyimpanan. Buah mangga yang sudah diberi perlakuan iradiasi kemudian disimpan pada beberapa suhu penyimpanan. Perubahan mutu diamati setiap 3 hari sekali hingga 24 hari penyimpanan. Parameter mutu yang akan diamati adalah laju respirasi dengan menggunakan gas analyzer, kekerasan menggunakan pnetrometer, susut bobot, kadar air dengan menggunakan metode oven, total padatan terlarut dengan menggunakan refraktometer, warna menggunakan alat chromameter, uji vitamin C dan total asam dengan menggunakan metode

titrasi, pH dengan menggunakan pHmeter dan uji organoleptik.

Hasil dan Pembahasan

Uji Mortalitas Lalat Buah *B. papayae*

Pemberian dosis awal iradiasi dilakukan dengan tujuan mengetahui respon mortalitas lalat buah *B. papayae*. Penentuan besarnya dosis awal yang akan diberikan adalah 0,75 kGy berdasarkan berbagai referensi. Menurut Spalding *et al.*, (1988) berpendapat bahwa iradiasi sinar gamma (dosis 0,75 dan 1 kGy) mengurangi serangan antraknos dalam pepaya. Keganasan antraknos pada mangga Keitt dengan iradiasi gamma pada dosis 0,5 kGy dan untuk *stem end rot* dosis 0,75 kGy.

Uji mortalitas bertujuan untuk mengetahui ketahanan panas lalat buah pada fase telur, sehingga dapat digunakan sebagai pemodelan dalam sistem karantina. Oleh karena itu infestasi buatan *B. papayae* pada buah mangga gedong dilakukan untuk mengetahui mortalitas lalat buah yang terdapat pada jaringan buah terhadap dosis awal yang akan diberikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 1 uji mortalitas *B. papaya* terhadap dosis awal yang diberikan sebesar 0,75 kGy mencapai 100%. Perlakuan kontrol juga dilakukan untuk mengetahui mortalitas *B. papayae* sehingga diperoleh hasil sebesar 25,5%.

Menurut Urbain (1986) bahwa penggunaan dosis iradiasi antara 0,1-1 kGy yang merupakan dosis rendah dapat digunakan untuk menunda kematangan dan *senescence*, disinfestasi hama serangga, dan mempertahankan kualitas produk. Disinfestasi telur dan larva serangga pada biji-bijian dan buah-buahan juga dapat dilakukan untuk dosis dibawah 1-3 kGy. Iradiasi pangan juga dapat diterapkan sebagai perlakuan karantina untuk mencegah perkembangan lalat buah. Dosis antara 1-3 kGy sudah terbukti dapat membunuh hama

serangga (Jongen, 2005).

Pengaruh Dosis Iradiasi pada Mangga Perkembangan larva lalat buah (*Oriental fruit fly*)

Setelah hasil uji mortalitas telur lalat buah *B. Papayae* dengan dosis awal pemaparan iradiasi 0,75 kGy mencapai 100%. Tahapan selanjutnya adalah menguji buah mangga yang dianggap lalat buah sudah terinfestasi alami dari lapang. Besarnya dosis yang diberikan adalah 0,25 kGy, 0,5 kGy, 0,75 kGy dan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol ditemui lalat buah yang berkembang pada hari ke-9 sampai hari ke-24 penyimpanan. Pemberian dosis 0,25 kGy dan 0,5 kGy masih ditemukan larva yang berkembang hingga hari ke-24 penyimpanan. Hasil perkembangan larva dari lalat buah yang menginfestasi buah mangga gedong dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan hasil pengamatan perkembangan larva yang diuji dengan beberapa dosis pada penyimpanan hari ke-3 dan hari ke-6 belum ada larva telur lalat buah yang terlihat, sedangkan pada hari ke-9 mulai terdeteksi larva lalat buah pada tahap instar 2. Penyimpanan pada hari ke-9 terdeteksi larva lalat buah untuk perlakuan kontrol (tanpa iradiasi) dan pada dosis 0,5 kGy. Pada penyimpanan hari ke-12 ditemukan larva lalat buah pada buah mangga yang diberi perlakuan kontrol (tanpa iradiasi), 0,25 kGy, 0,5 kGy. Sampai pada penyimpanan hari ke-24 larva lalat buah terdeteksi untuk perlakuan ketiga tersebut. Sedangkan untuk perlakuan 0,75 kGy ditemukan larva lalat buah pada penyimpanan hari ke-21. Perkembangan telur menjadi larva ternyata belum mampu dicegah dengan pemberian dosis 0,75 kGy. Hal ini diduga bahwa lalat buah yang berkembang menjadi larva selama penyimpanan adalah lalat buah jenis selain *B. papayae* namun masih dalam satu spesies *oriental fruit fly*.

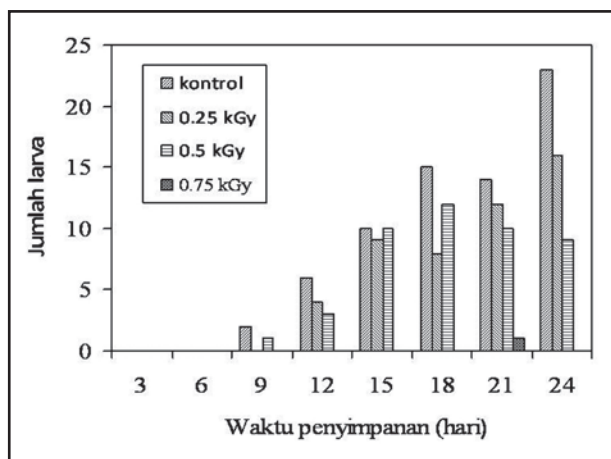
Dari hasil uji mortalitas pada dosis 0,75 kGy mampu membunuh lalat buah mencapai mortalitas 100%, namun ketika diterapkan pada buah yang dianggap sudah terinfestasi di lapang masih ditemukan larva yang berkembang pada hari ke-21 penyimpanan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa dosis 0,75 kGy belum mampu membunuh lalat buah dengan mortalitas 100% selama penyimpanan.

Perubahan mutu buah mangga selama penyimpanan

Laju respirasi

Respirasi merupakan proses metabolisme utama pada produk hasil panen yang dapat menyebabkan kerusakan fisik dan kimia pada produk hasil panen. Laju respirasi dinyatakan dalam laju konsumsi O_2 dan produksi CO_2 .

Berdasarkan Gambar 2 laju produksi CO_2 mangga gedong pada beberapa suhu penyimpanan.



Gambar 1. Jumlah larva yang berkembang pada hari penyimpanan

Tabel 2. Pengaruh pemberian dosis iradiasi dan suhu penyimpanan terhadap perubahan mutu

Perlakuan		Parameter mutu			
Dosis	Suhu	Susut bobot (%)	TPT (°brix)	Kadar air (%)	Kekerasan (mm/10detik)
0.75 kGy	8 °C	4.745 ± 1.045 b	13.633 ± 0.777 c	84.567 ± 0.306 bc	12.667 ± 0.494 b
	13 °C	6.279 ± 0.520 b	14.433 ± 0.551 bc	84.700 ± 0.265 bc	15.423 ± 0.517 ab
	28 °C	11.910 ± 0.846 ab	15.733 ± 0.702 a	86.600 ± 0.265 a	17.710 ± 5.723 a
Kontrol	8 °C	5.113 ± 0.482 b	14.500 ± 0.432 bc	84.067 ± 0.404 c	13.933 ± 0.184 ab
	13 °C	5.812 ± 1.204 b	14.200 ± 0.265 bc	85.133 ± 0.929 abc	13.646 ± 0.766 ab
	28 °C	21.195 ± 16.341 a	14.733 ± 0.643 b	86.167 ± 1.756 ab	17.800 ± 0.874 b

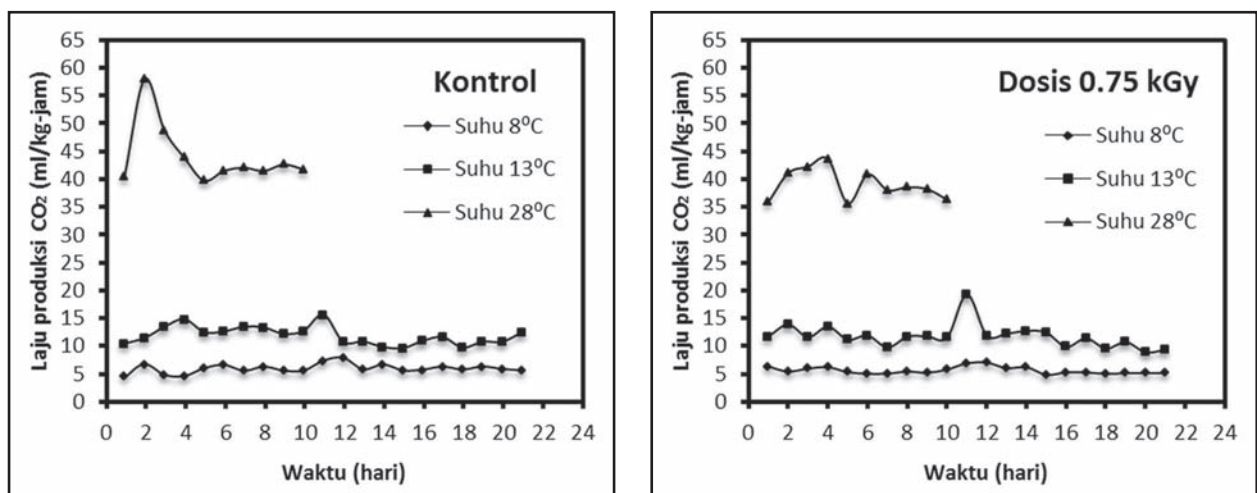
Perlakuan		Parameter mutu		
Dosis	Suhu	Vitamin C (mg/100gr)	Total asam (%)	pH
0.75 kGy	8 °C	89.573±0.556 c	0.883±0.050 a	3.640±0.200 ab
	13 °C	75.323±0.670 d	0.837±0.015 a	3.323±0.090 b
	28 °C	116.310±3.041 a	0.270±0.010 c	3.970±0.087 a
Kontrol	8 °C	96.280±0.580 b	0.230±0.020 c	3.690±0.026 ab
	13 °C	63.897±1.593 e	0.433±0.021 b	3.737±0.074 a
	28 °C	115.057±1.311 a	0.303±0.081 c	3.893±0.446 a

Keterangan: Angka yang sama diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$

Buah mangga yang diiradiasi 0,75 kGy mencapai fase klimakterik sebesar 7,060 ml/kg-jam pada hari ke-12 untuk suhu penyimpanan 8°C, buah mangga yang disimpan pada suhu 13°C mengalami fase klimakterik sebesar 19,275 ml/kg-jam pada hari ke-11, dan pada penyimpanan suhu 28°C mengalami fase klimakterik sebesar 43,614 ml/kg-jam pada hari ke-4. Setelah mengalami fase klimakterik produksi CO₂ mengalami penurunan hal ini dapat ditandai sebagai fase *senescence* sampai pada penyimpanan hari ke-21. Untuk perlakuan kontrol mencapai fase klimakterik sebesar 7,845 ml/kg-jam pada hari ke-12 untuk suhu penyimpanan 8°C, buah mangga yang disimpan pada suhu 13°C mengalami fase klimakterik sebesar 15,618 ml/kg-jam pada hari ke-11, dan pada penyimpanan suhu 28°C mengalami fase klimakterik sebesar 58.040 ml/kg-jam pada

hari ke-2. Setelah mengalami fase klimakterik laju produksi CO₂ mengalami penurunan hal ini dapat ditandai sebagai fase *senescence* sampai pada penyimpanan hari ke-21.

Hasil analisis sidik ragam dengan taraf 0.05 (Lampiran 3) menunjukkan bahwa pemberian dosis memberikan pengaruh terhadap laju produksi CO₂ selama penyimpanan kecuali pada hari penyimpanan ke-12. Sementara suhu memberikan pengaruh terhadap laju produksi CO₂ selama waktu penyimpanan. Interaksi antara perlakuan pemberian dosis dan suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang terhadap laju produksi CO₂ pada selama. Berdasarkan uji Duncan (Lampiran 18) nilai laju produksi CO₂ untuk perlakuan yang disimpan pada suhu 28°C memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.



Gambar 2. Laju respirasi O₂ selama penyimpanan

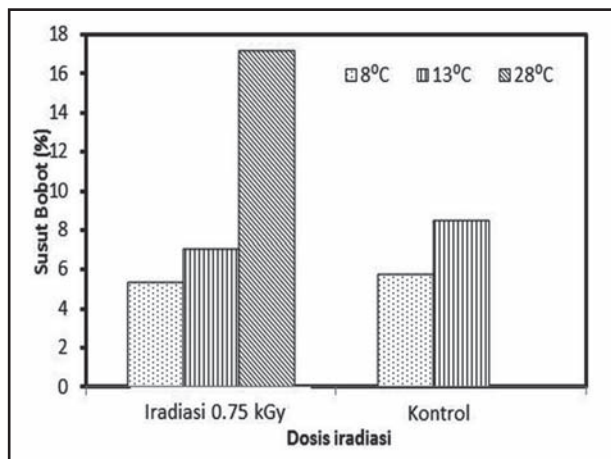
Iradiasi pada buah juga menyebabkan membran sel rusak. Bagian membran sel menyangkut keutuhan di sekitar daging buah, dan beberapa komponen di dalam sel ini, bagian seluler ini sangat penting kaitannya dengan proses pematangan. Hal ini dikendalikan dari reaksi pelepasan fosfat anorganik (Pi) yang disimpan di vakuola. Fosfat ini dapat mengaktifkan phosphofructinase dan dapat meningkatkan pasokan substrat untuk respirasi dalam mitokondria (Murray, D. 1990)

Dari pengamatan laju produksi CO₂ dapat dilihat bahwa perlakuan iradiasi 0.75 kGy dapat menunda pematangan buah. Hal ini juga diungkapkan oleh Jongen (2005) bahwa iradiasi dengan dosis rendah (0.1-1 kGy) dapat menunda proses pematangan dan *senescence* pada buah mangga. Pada penyinaran iradiasi batas maksimal buah mangga Carabo adalah 0.6kGy bertahan sampai 10 hari. Cara ini menghasilkan umur ketahanan 40 dan 90 hari pada setiap masing-masing buah. Ketahanan buah yang bervariasi tergantung dari jenis mangga yang diiradiasi (Surianti, 2010).

Pengamatan mutu juga dilakukan untuk mengetahui efek iradiasi sinar gamma 0,75 kGy terhadap perubahan mutu buah mangga gedong selama penyimpanan. Parameter mutu yang diamati adalah susut bobot, total padatan terlarut, kadar air, kekerasan, vitamin C, total asam, dan pH. Pengaruh iradiasi terhadap perubahan parameter mutu buah mangga dapat dilihat pada Tabel 2.

Kekerasan

Perubahan kekerasan mangga gedong cenderung semakin meningkat seiring dengan lamanya masa simpan serta tingginya suhu penyimpanan. Nilai kekerasan buah dapat dilihat kedalaman jarum yang ditusukkan ke dalam buah. Semakin dalam tusukan menunjukkan bahwa buah semakin lunak. Buah mangga yang disimpan pada suhu 28°C paling cepat mengalami pelunakan dibandingkan dengan buah mangga yang disimpan pada suhu 8°C dan 13°C.



Gambar 3. Persentase kenaikan susut bobot pada hari penyimpanan ke-12

Hal ini menunjukkan pengaruh suhu penyimpanan terhadap buah mangga tersebut. Urbain (1986) menyatakan bahwa kekerasan buah mangga yang diiradiasi 0,75 kGy lebih baik dibandingkan buah mangga yang tidak diiradiasi. Menurut Seymour *et al.* (1993) menurunnya kekerasan pada buah-buahan segar disebabkan oleh hilangnya tekanan turgor, perubahan pati dan degradasi dinding sel. pemberian dosis memberikan pengaruh terhadap kekerasan pada hari penyimpanan hari ke-12. Sementara suhu memberikan pengaruh terhadap kekerasan selama waktu penyimpanan ke-3, 6, 9 dan ke-15. Interaksi antara perlakuan pemberian dosis dan suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kekerasan pada hari ke-3, dan 15. Berdasarkan uji Duncan nilai kekerasan pada penyimpanan hari ke-3 untuk perlakuan kontrol yang disimpan pada suhu 13°C memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Susut bobot

Kenaikan persentase susut bobot semakin terus meningkat selama waktu penyimpanan. Buah mangga dengan perlakuan kontrol mengalami kenaikan persentase susut bobot lebih tinggi jika dibandingkan dengan buah yang diiradiasi. Kenaikan persentase susut bobot dimulai pada hari ke-6 sebesar 3,3% untuk mangga yang diiradiasi dan 3,4% untuk mangga sebagai kontrol. Kenaikan persentase susut bobot untuk mangga yang diiradiasi mencapai 8,3% dan 9,4% untuk mangga perlakuan kontrol. Penyimpanan buah mangga pada suhu 13°C juga mengalami kenaikan persentase susut bobot. Kenaikan susut bobot pada mangga yang diberi iradiasi maupun kontrol hampir sama sampai pada pengamatan hari ke-12. Penyimpanan buah mangga pada suhu 28°C mengalami peningkatan susut bobot yang lebih tinggi. Penyimpanan pada suhu 28°C, buah mangga yang diberi perlakuan kontrol memiliki nilai susut bobot yang tinggi jika dibandingkan dengan buah mangga yang diiradiasi dengan dosis optimum. Hasil analisis sidik ragam dosis mempunyai pengaruh nyata pada hari ke-12 dan hari ke-15, suhu berpengaruh nyata pada hari ke-6, 9, 12, dan 15. Sedangkan interaksi antara dosis dan suhu mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada hari ke-15. Hasil uji lanjut menggunakan Duncan menunjukkan bahwa susut bobot terkecil yaitu 5.384% diperoleh pada interaksi perlakuan suhu penyimpanan 8°C dan pada hari penyimpanan ke-12. Menurut Kader (1992) terjadinya susut bobot disebabkan hilangnya air dalam buah dan karena proses respirasi yang mengubah gula menjadi CO₂ dan H₂O. Kehilangan air berpengaruh langsung terhadap kehilangan kualitatif dan menyebabkan kerusakan tekstur, kandungan gizi dan kerusakan lainnya seperti pengerutan.

Kadar Air

Selama masa simpan kadar air mangga cenderung mengalami peningkatan secara fluktuatif. Perubahan kadar air untuk buah mangga yang diberi dosis iradiasi maupun kontrol memiliki nilai kadar air rata-rata yang sama pada masing-masing suhu penyimpanan. Berdasarkan analisis sidik ragam dosis berpengaruh pada kadar air buah mangga pada hari ke-3 dan hari ke-6. Suhu berpengaruh terhadap kadar air pada hari ke-6, 9, dan 12. Sedangkan pengaruh interaksi antara dosis dan suhu berpengaruh pada hari ke-6. Hasil uji lanjut Duncan menyatakan bahwa mangga yang diiradiasi dengan dosis 0,75 kGy pada penyimpanan suhu 13°C memiliki kadar air tertinggi yaitu sebesar 86,16%. Kadar air merupakan faktor penting dalam penyimpanan, terutama pada penyimpanan bahan-bahan segar, karena kadar air akan berpengaruh pada konsistensi bahan dan berpengaruh terhadap keawetan bahan pangan tersebut (Winarno *et al.*, 1997).

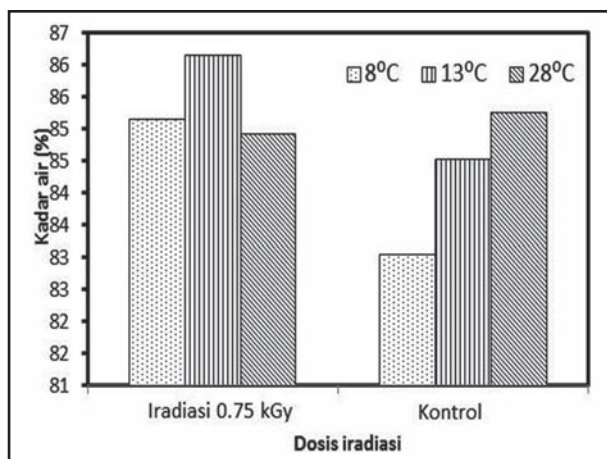
Total Padatan Terlarut (TPT)

Kandungan TPT cenderung mengalami peningkatan selama waktu penyimpanan. Nilai TPT pada penyimpanan suhu 8°C cenderung mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan dosis berpengaruh terhadap total padatan terlarut pada hari ke-15. Suhu memiliki pengaruh nyata terhadap total padatan terlarut (TPT) pada hari ke-3, hari ke-9, dan pada hari ke-15. Sedangkan interaksi antara keduanya memiliki pengaruh nyata pada hari ke-3, 6, dan hari ke-9. Hasil uji lanjut Duncan menyatakan bahwa buah yang diiradiasi dan disimpan pada suhu 8°C memiliki nilai TPT yang rendah sebesar 13,63 °Brix. Dengan demikian perlakuan iradiasi 0,75 kGy tidak mempengaruhi terhadap kandungan total padatan terlarut (TPT) buah mangga. Kandungan pati beberapa buah akan terus bertambah selama pendewasaan sel. Kandungan gula beberapa jenis buah-buahan

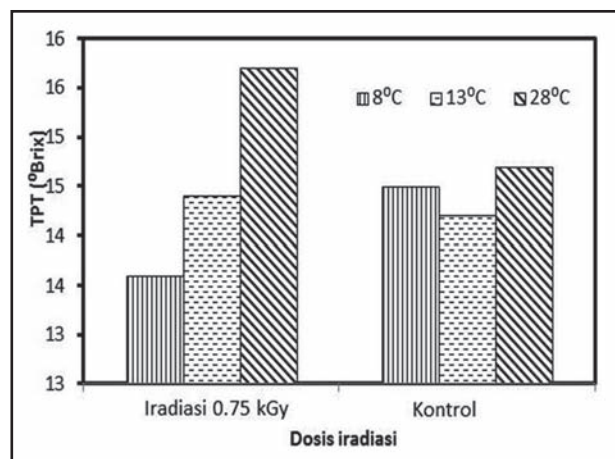
klmaterik seperti mangga, kadang akan meningkat selama pendewasaan sel (Muchtadi *et al.*, 2010). Total padatan terlarut ini juga dipengaruhi oleh suhu dimana suhu semakin rendah maka perubahan total padatan terlarut semakin lambat. Parameter total padatan terlarut ini berkorelasi dengan gejala *chilling injury*, hal ini dapat dilihat dari terhambatnya proses perombakan pati menjadi glukosa. Menurut Krishnamurthy (1973), pada penyimpanan suhu ruang antara hari ke-3 dan ke-4, kandungan pati buah mangga hilang secara sempurna dan TPT buah menjadi bertambah. Penurunan TPT buah mangga selama penyimpanan mungkin disebabkan adanya penguraian sukrosa oleh enzim invertase menjadi gula-gula sederhana seperti glukosa, fruktosa, sakarosa dan monosakarida lainnya.

Warna

Warna merupakan salah satu indeks kematangan pada buah mangga. Konsumen umumnya menilai buah mangga berdasarkan warna buah mangga tersebut. Nilai L menunjukkan nilai kecerahan. Berdasarkan hasil sidik dosis berpengaruh nyata terhadap nilai kecerahan L pada hari ke-9. Suhu berpengaruh nyata pada hari ke-0, 3, 6, 9. Interaksi antara keduanya berpengaruh terhadap nilai kecerahan (nilai L) pada hari ke-0, 3, 6, 9, dan hari ke-12. Hasil uji lanjut Duncan pada penyimpanan hari ke 9 memperlihatkan bahwa nilai L tertinggi sebesar 14.154 pada perlakuan kontrol dan suhu penyimpanan 8°C. Nilai hunter a menunjukkan warna kromatik campuran merah hijau yang nilainya bergerak dari positif (0-100) untuk warna merah sampai negatif (0-80) untuk warna hijau. Berdasarkan analisis sidik ragam pengaruh pemberian dosis terhadap nilai a berpengaruh nyata selama penyimpanan, pengaruh suhu penyimpanan terhadap perubahan nilai a berpengaruh nyata pada penyimpanan ke-0, 3, 9, 12, dan 15. Sedangkan interaksi antara dosis dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai a pada hari ke-0, 6, 9, 12 dan 15. Hasil uji lanjut Duncan



Gambar 4. Nilai kadar air mangga pada hari penyimpanan ke-6



Gambar 5. Nilai total padatan terlarut (TPT) pada hari ke-9

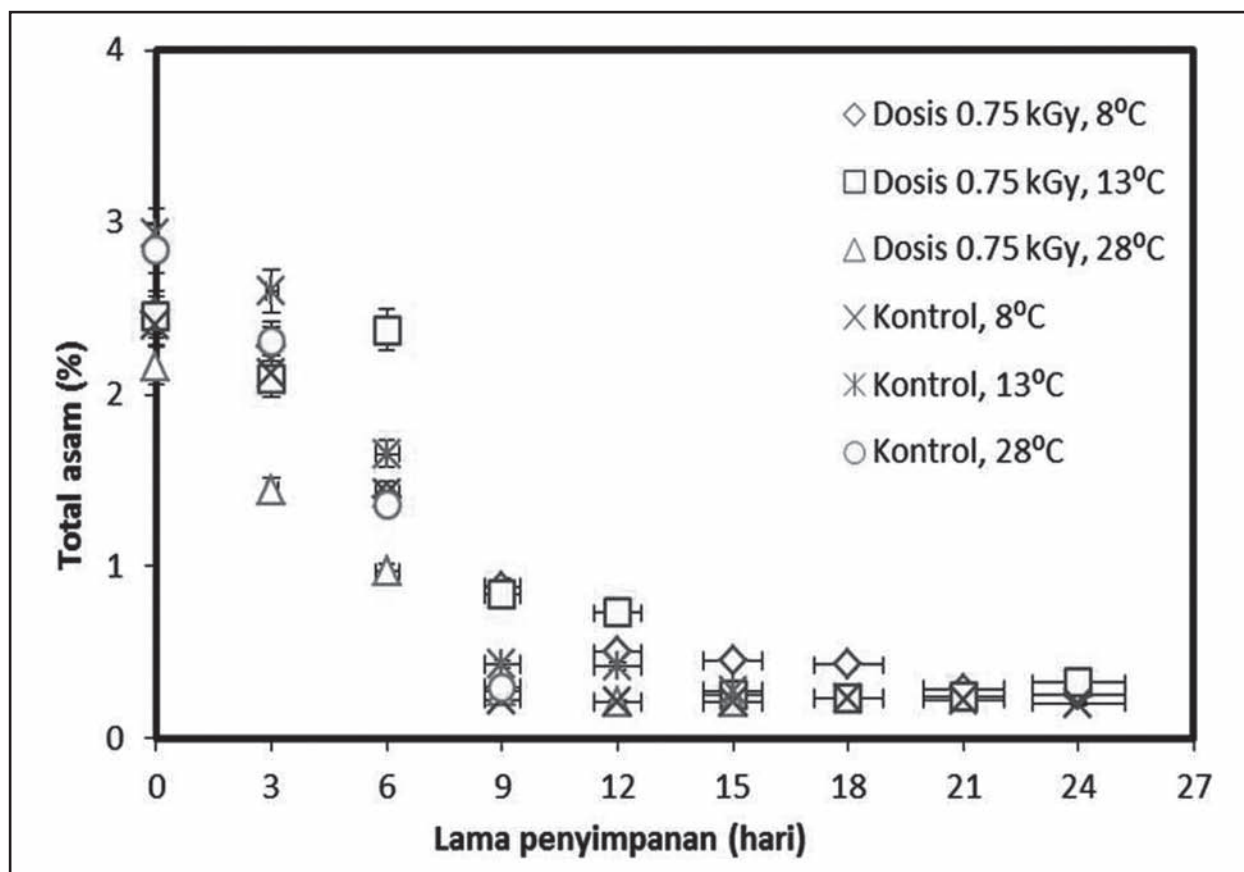
pada penyimpanan hari ke 9 memperlihatkan bahwa nilai a tertinggi sebesar 14.154 pada perlakuan kontrol dan suhu penyimpanan 8°C. Nilai Hunter b menunjukkan warna kromatik campuran biru kuning yang nilainya bergerak dari positif (0-70) untuk warna kuning sampai negatif (0-70) untuk warna biru. Nilai Hunter a dan b merupakan indikasi perubahan warna hijau ke merah/kuning. Nilai a negatif menunjukkan warna hijau, nilai a positif menunjukkan warna merah-kuning, sementara nilai b positif menunjukkan warna kuning, sedangkan nilai b negatif menunjukkan warna biru. Berdasarkan analisis sidik ragam dosis berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai b pada hari ke-9. Faktor suhu mempunyai pengaruh yang nyata terhadap perubahan nilai b pada hari ke-3, 6, 9, dan hari ke-15. Sedangkan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai b.

Vitamin C

Vitamin terpenting yang dikandung oleh sayur dan buah adalah vitamin C dan lebih dari 90% kebutuhan manusia akan vitamin C disuplai dari buah dan sayur. Berdasarkan hasil pengamatan bahwa perubahan kadar vitamin C antara buah yang diberi perlakuan dosis iradiasi dan kontrol hampir memiliki kadar vitamin C yang sama. Hasil analisis sidik ragam menampilkan bahwa dosis iradiasi 0,75 kGy berpengaruh terhadap perubahan kadar vitamin C mulai hari ke-6 sampai hari ke-15. Suhu

juga memiliki pengaruh yang nyata selama waktu penyimpanan. Interaksi antara suhu dan dosis mempengaruhi kadar vitamin C mulai pada hari ke-3 sampai pada hari ke-15. Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa pada penyimpanan hari ke-15 nilai vitamin C tertinggi yaitu 131.99 mg/100gr pada buah mangga yang dikenai iradiasi dosis optimum dan suhu penyimpanan 13°C. Pengaturan temperatur setelah panen sangat penting untuk mempertahankan kandungan vitamin C pada buah-buahan. Kehilangan vitamin C akan sejalan dengan peningkatan temperatur, rendahnya RH, kerusakan fisik, *chilling injury*, panjangnya masa simpan dan tingginya tingkat CO₂ (Kader, 1992).

Murray, D (1990) berpendapat bahwa iradiasi dapat merubah beberapa kandungan askorbat menjadi dehidroaskorbat. Reaksi ini sama halnya yang terjadi pada aktivitas biologi tanaman, sehingga dehidroaskorbat itu harus diuji terlebih dahulu dan nilainya ditambahkan ke nilai askorbat. Hilangnya vitamin C sebagai akibat iradiasi mungkin jauh lebih sedikit dibandingkan alat penyaring askorbat. Tetapi askorbat dan dehidroaskorbat tidak sama dengan aktivitas biologi. Dehidroaskorbat adalah oksidasi askorbat, yang meliputi beberapa tahap, yang termasuk reaksi transfer elektron. Hal ini bukan semidehidroaskorbat (askorbil radikal) di katalis enzim melainkan reaksi reversibel redoks. Dehidroaskorbat sama dengan pembentukan pada reaksi non kimiawi enzim menjadi askorbat, reaksi ini



Gambar 6 Nilai total asam buah mangga selama penyimpanan

berjalan tidak stabil dan secara spontan membentuk asam diketogulacid. Pengaruh perlakuan iradiasi dapat menghilangkan sedikit kandungan vitamin C, hal ini juga sejalan dengan data hasil penelitian yang diperoleh. Berdasarkan hasil penelitian, kandungan vitamin C untuk mangga yang diiradiasi memiliki nilai kandungan vitamin C lebih kecil jika dibandingkan dengan mangga perlakuan kontrol.

Total Asam

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, dosis berpengaruh nyata pada penurunan total asam buah mangga gedong pada penyimpanan hari ke-3, 9, 12, dan 15. Kemudian suhu juga berpengaruh nyata terhadap penurunan total asam pada penyimpanan hari ke-3, 6, 9, 12 dan 15. Sedangkan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap total asam pada hari penyimpanan ke-3, 6, 9, dan 15. Hasil uji Duncan menyatakan bahwa nilai total asam terbesar pada penyimpanan hari ke-15 pada buah mangga yang diiradiasi dengan dosis 0,75 kGy dan suhu penyimpanan 8°C yaitu sebesar 0,21%. Kays (1991) menjelaskan bahwa kandungan asam pada buah akan mengalami penurunan setelah dipanen. Hal serupa dijelaskan juga oleh Pantastico *et al.* (1986) bahwa kandungan asam pada buah akan mencapai maksimum selama pertumbuhan dan perkembangan dan akan menurun selama penyimpanan. Penurunan kandungan asam pada buah terjadi karena digunakan sebagai substrat pada respirasi.

Kays (1991) menjelaskan bahwa kandungan asam pada buah akan mengalami penurunan setelah dipanen. Hal serupa dijelaskan juga oleh Pantastico *et al.* (1986) bahwa kandungan asam pada buah akan mencapai maksimum selama pertumbuhan dan perkembangan dan akan menurun selama penyimpanan. Penurunan kandungan asam pada buah terjadi karena digunakan sebagai substrat pada respirasi.

pH

Buah mangga selama penyimpanan mengalami perubahan nilai pH. Asam organik ini disamping mempengaruhi rasa juga mempengaruhi aroma buah, sehingga digunakan untuk menentukan mutu buah-buahan (Muchtadi *et al.*, 2010). Penurunan keasaman yang cukup banyak pada pematangan buah mangga disertai pergeseran pH dari 2,0 ke 5,5 (Pantastico, 1989). Hasil pengamatan menunjukkan perubahan nilai pH untuk mangga gedong yang diberi perlakuan dosis iradiasi maupun kontrol yang disimpan pada beberapa suhu selama penyimpanan. Berdasarkan analisis sidik ragam dosis berpengaruh nyata pada pH buah mangga pada penyimpanan hari ke-9, 12, dan hari ke 15. Suhu penyimpanan sangat berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai pH pada penyimpanan hari ke-6, 9, 12, dan hari ke 15. Menurut Naruke *et al.* dalam Heruwati (2011), perubahan pH dapat dijadikan sebagai petunjuk

terjadinya kerusakan dingin. Dengan adanya indikasi pH ini dapat dinyatakan bahwa perubahan pH pada suhu rendah yang tidak normal dapat dijadikan sebagai indikasi gejala kerusakan dingin.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan pada hari ke-9. Buah mangga yang sudah masak penuh ditandai dengan meningkatnya kadar total padatan terlarut (TPT), menurunnya kadar total asam, peningkatan vitamin C, dan perubahan warna hijau menjadi warna kuning pada kulit buah mangga gedong. Untuk uji organoleptik pada hari simpan ke-9, nilai tertinggi adalah pada mangga yang diberi perlakuan iradiasi dengan penyimpanan suhu 28°C rasa, aroma, dan warna (75,7, 77,1, dan 75,47) dan untuk tekstur dan penerimaan keseluruhan nilai tertinggi adalah pada mangga yang diiradiasi dengan suhu penyimpanan 13°C (78 dan 73,84). Dari hasil uji statistik dapat disimpulkan bahwa pemberian dosis iradiasi tidak mempengaruhi rasa, aroma, warna, tekstur, dan penerimaan keseluruhan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Iradiasi pada 0,75 kGy mampu mencapai mortalitas 100% untuk lalat buah fase telur *B. papayae*. Dosis iradiasi 0,75 kGy mampu membunuh lalat buah (*oriental fruit fly*) yang terinfestasi pada mangga dibandingkan dengan dosis 0,25 kGy, 0,5 kGy dan kontrol, namun pada hari ke-21 masih dijumpai larva lalat buah yang masih berkembang. Iradiasi pada buah mangga dapat menekan laju respirasi dan menunda pematangan buah mangga. Iradiasi dapat menekan perubahan susut bobot, perubahan kandungan vitamin C, dan perubahan pH. Iradiasi juga mampu meningkatkan kandungan kadar air, total padatan terlarut (TPT), dan total asam buah mangga selama penyimpanan.

Saran

Perubahan parameter kematangan (etilen) perlu dikaji pada buah mangga setelah diiradiasi selama penyimpanan untuk melihat kajian secara fisiologis, identifikasi terhadap cendawan yang masih menyerang buah mangga yang telah diiradiasi selama penyimpanan, dan perlu dilakukan pemberian dosis iradiasi yang lebih besar dari 0,75 kGy untuk mencapai mortalitas lalat buah 100%.

Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Balai Besar Pascapanen Kementerian Pertanian yang telah memberikan dana penelitian melalui program DIPA, semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. PT Rel Ion Sterilization

Service dan Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Fateta IPB Bogor yang telah memberikan fasilitas sehingga penelitian dapat terselesaikan.

Daftar Pustaka

- Dewandari, K.T., I. Mulyawanti, dan D.A. Setyabudi, 2007, *Konsep SOP untuk penanganan pascapanen mangga cv Gedong untuk tujuan ekspor*, Jurnal Standardisasi 11(1): 13-21.
- Direktorat Tanaman Buah, 2003, *Pengelolaan Tanaman Terpadu: Mangga*, Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, Jakarta.
- Heruwati, I., 2011, *Deteksi gejala chilling injury buah belimbing (Averrhoa carambola L.) yang disimpan pada suhu rendah dengan NIR spectroscopy* [Skripsi], Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jongen, W., 2005, *Improving the Safety of Fresh Fruit and Vegetables*, CRC Press, New York Washington, DC.
- Kader AA., 1992, *Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crop*, Publication 3311, Davis: University of California, USA.
- Kays, S.J., 1991, *Postharvest Physiology of Perishable Plant Product*, AVI, New York
- Muchtadi, T. R, Sugiyono, Ayustaningwarno, F., 2010, *Ilmu pengetahuan bahan pangan*, Alfabeta, Bandung.
- Murray, D R. 1990. *Biology of Food Irradiation*. Research Studies Press LTD. England.
- Pantastico. ER., 1989, *Fisiologi Pascapanen (Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayuran Tropika dan Subtropika*, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Rokhani H. 2011. *Teknologi Karantina untuk Penanganan Komoditas Ekspor*. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. IPB. Bogor.
- Surianti, S N, 2010, *Peranan Penyinaran (Radiasi) Terhadap Umur Simpan pada Buah Segar*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Bali.
- Urbain, W M, 1986, *Food Irradiation*, Academic Press Inc, (London) LTD.
- Winarno, F.G, 1997, *Kimia pangan dan gizi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yahia, E M, 2006, *Effects of Insect Quarantine Treatment on the Quality of Horticultural Crops*, Stewart Postharvest Review 2006, 1: 6. Mexico.